



УКРАЇНА

(19) UA (11) 18248 (13) U
(51) МПК (2006)
F25B 15/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ РОБОТИ АБСОРБЦІЙНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА

1

2

(21) u200601031

(22) 03.02.2006

(24) 15.11.2006

(46) 15.11.2006, Бюл. № 11, 2006 р.

(72) Патюков Сергій Дмитрович, Тітлов Олександр Сергійович

(73) ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

(57) Спосіб роботи абсорбційного холодильнику, який має подачу теплового навантаження щодо реалізації циклу абсорбційно-дифузійної холодної машини, який **відрізняється** тим, що в якості джерела теплового навантаження використовують гарячий потік продуктів згоряння газогенератора - генераторний газ.

Корисна модель відноситься до холодильної техніки, зокрема, до способів роботи абсорбційних холодильників, які реалізують цикли абсорбційно-дифузійних холодильних машин (АДХМ).

Абсорбційні холодильники використовуються в побуті, торгівлі і на транспорті. Абсорбційні холодильники є холодильними машинами, які використовують тепло, і для їхньої роботи може бути використане джерело теплового навантаження з температурою не менш 170°C [Загоруйко В.А., Голиков А.А. Судовая холодильная техника /Под общ. ред. В.А. Загоруйко. -К.: Наукова думка, 2000. - 607с.] різної фізичної природи (електрика, теплове випромінювання і т. ін.).

Відомий спосіб роботи абсорбційного холодильнику [Патент 2036395 Российской Федерации, МКИ F25 B 27/00. Абсорбционный гелиохолодильник /З.И. Ашурлы, М.Т. Гаджиев, С.А. Филин - №92009125/06; Заявл. 30.11.92; Опубл. 10.08.94, Бюл. №30] має подачу теплового навантаження щодо реалізації циклу абсорбційно-дифузійної холодної машини, при цьому в якості джерела теплового навантаження використовують концентратор сонячної енергії.

Переваги такого способу роботи абсорбційного холодильнику зв'язано з відсутністю експлуатаційних витрат, тому що як джерело енергії використовується поновлюване джерело сонячної енергії.

Недолік - залежність роботи холодильника від часу доби і погодних умов і зв'язана з цим необхідність передбачати додаткове резервне джерело теплової енергії для роботи в темний час доби і при хмарній погоді.

Відомий спосіб роботи абсорбційного холоди-

льника [Патент 2494420 FR, МКИ F28F1/42; F25B15/04; F28D7/10. Dispositif favorisant l'echaleur, plus particulierement mais non exclusivement, dans un agregat de refrigerattew a absorption et agregat de ce dispositif / M. Girerens. - №19800024932; Заявл. 20.11.80; Опубл. 21.05.82] має подачу теплового навантаження щодо реалізації циклу абсорбційно-дифузійної холодної машини, при цьому в якості джерела теплового навантаження використовується гарячий потік вихлопних газів двигуна внутрішнього згоряння.

Переваги такого способу роботи абсорбційного холодильнику зв'язано з відсутністю експлуатаційних витрат, тому що як джерело енергії використовується тепло двигуна внутрішнього згоряння транспортного засобу, яке не використовується в інший спосіб.

Недолік - залежність роботи холодильника від режимів руху транспортного засобу і зв'язана з цим необхідність передбачати додаткове резервне джерело теплової енергії для роботи на стоянках і зупинках.

Відомий спосіб роботи абсорбційного холодильника [Терехов А.А. Ремонт холодильников абсорбционного типа. - М.: Легкая индустрия, 1973. - 70с.] має подачу теплового навантаження щодо реалізації циклу абсорбційно-дифузійної холодної машини, при цьому в якості джерела теплового навантаження використовується гарячий потік продуктів згоряння природного газу.

Переваги такого способу роботи абсорбційного холодильника зв'язано зі стабільністю роботи і мінімальними, у порівнянні з електричними джерелами енергії, експлуатаційними витратами [Титлов А.С. Сравнение характеристик абсорбционной и

(13) U

(11) 18248

(19) UA

компрессионной бытовой холодильной техники // Холодильная техника и технология. -1997.-№57.- С.39-41].

Недолік - залежність роботи холодильника від джерел природного газу, тобто неможливість роботи в транспортних умовах.

Відомий спосіб роботи абсорбційного холодильника [Лубенец В.В. Бытовой абсорбционный холодильник с дополнительным пропановым холодильным агрегатом // Холодильная техника. - 2000. - №12. - С. 18-19. - прототип] має подачу теплового навантаження щодо реалізації циклу абсорбційно-дифузійної холодильної машини, при цьому в якості джерела теплового навантаження використовується гарячий потік продуктів згоряння скрапленого газу.

Переваги такого способу роботи абсорбційного холодильника зв'язано з автономністю роботи, у тому числі і у транспортних умовах.

Недолік - висока експлуатаційна вартість, що зв'язано з високою вартістю скрапленого газу, а отже - вузька область застосування.

В основу корисної моделі поставлене завдання створення способу роботи абсорбційного холодильника, широка область застосування якого досягається шляхом використання джерела з поновлюваною тепловою енергією - газогенератора.

Технічний результат, що досягається у корисній моделі, зв'язаний з можливістю роботи абсорбційного холодильника в умовах відсутності стабільного електропостачання і магістральних трубопроводів із природним газом при мінімальних експлуатаційних витратах.

Поставлене завдання вирішується за рахунок того, що як джерело теплового навантаження використовують гарячий потік продуктів згоряння газогенератора - генераторний газ.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю суттєвих ознак корисної моделі, який заявляється, і технічним результатом, який досягається, полягає в наступному.

Ознака "що як джерело теплового навантаження використовують гарячий потік продуктів згоряння газогенератора - генераторний газ" вказує на шлях, яким саме образом можна розширити область використання абсорбційних холодильників при мінімальних експлуатаційних витратах - за рахунок застосування в якості джерела теплової енергії газогенераторних установок.

Газогенератор - апарат для термічної переробки твердих і рідких палив у пальні гази. Таку переробку здійснюють в присутності повітря, вільного чи зв'язаного кисню (водяної пари) [Теплотехнический справочник /Под ред. С.Г. Герасимова. - М.-Л. : Госэнергоиздат, 1957.- Т.2. - С.279-283]. Гази, які одержують у газогенераторі, називають генераторними. Горіння твердого палива в газогенераторі на відміну від будь-якої топки здійснюється у великому шарі і характеризується надходженням кількості повітря, недостатньої для повного спалювання палива (наприклад, при роботі на пароповітряному дутті в газогенератор подається 33...35% повітря від теоретично необхідного). Гази, що утворюються в газогенераторі, містять продукти повного згоряння палива (вуглекислий газ, вода) і продукти їхнього відновлення, неповно-

го згоряння і пірогенетичного розкладання палива (чадний газ, водень, метан, вуглець). У генераторні гази переходить також азот повітря.

У сільській місцевості, як правило, мається велика кількість відходів деревини у вигляді тирси, тріски, кори, гілок, шматків дерева, побутового сміття і т.п. У цілому, ці відходи є кошовною енергетичною сировиною і можуть бути перероблені в газогенераторних установках у теплову енергію методом піролізного генерування газу [Михеев В.П. Газовое топливо и его сжигание.- Л.: Госэнергоиздат, 1966].

Традиційні котли, призначені для спалювання перерахованих вище відходів, характеризуються низькою енергетичною ефективністю (40...50%) і збільшеною емісією чадного газу і сажі. Газогенератор має енергетичну ефективність близько 90%. Газ, отриманий у газогенераторі, пересилається в камеру згоряння і там спалюється до безпечних для навколишнього середовища газів: вуглекислого газу, азоту, водяної пари. Температура процесу генерування газу знаходиться в границях від 200 до 850°C. У цих умовах з 1 тонни сухого дерева виробляється 2000м³ пального газу. Енергетична цінність 1000м³ газу - близько 1,4МВт.

У газогенераторі можна використовувати низькокалорійні сорти деревини та її відходів з великим вмістом вологи (до 50%). Висока енергетична ефективність газогенератора приводить до того, що, незважаючи на більш низьку енергетичну цінність деревних відходів у порівнянні з вугіллям, в остаточному підсумку 1кг деревних відходів, які використано для генерування газу, замінюють спалювання 1кг кам'яного вугілля в класичному котлі.

В усіх відомих технічних рішеннях [Михайлов А.Н. С газом, без газа // Двигатель (Российская Федерация). - 2005. - №4(40). - С.36] газогенератори використовуються для опалення, обігріву, для роботи транспортного засобу, тому відмінною рисою винаходу, що заявляється, є пропозиція щодо використання газогенераторних установок для роботи малих машин, які використовують тепло, зокрема АДХМ.

Суть корисної моделі ілюструється кресленнями.

На фігурі 1 показано загальний вигляд абсорбційного холодильника з газогенератором, в якому реалізується запропонований спосіб роботи.

На фігурі 2 показана схема роботи газогенератора.

На фігурі 3 показана схема роботи АДХМ.

Абсорбційний холодильник містить теплоізольовану холодильну камеру 1 із дверима 8. Позаду камери 1 встановлена АДХМ 2. АДХМ 2 зв'язана з газогенератором 3 через магістраль генераторного газу 6 і вивідний патрубок 5. Відвід відпрацьованого генераторного газу здійснюється за допомогою вентиляційного каналу 7.

Газогенератор 3 являє собою шахту, внутрішні стінки якої викладені вогнетривким матеріалом. Зверху цієї шахти через завантажувальний пристрій 4 подається паливо, а знизу подається потік повітря 9. Шар палива підтримується колосниковими ґратами 10. У самій нижній частині газогенератора на колосникових ґратах розташована зона золи і шлаку, вище - зона горіння або зона окис-

лювання 11, зона газифікації 12 і зона розкладання палива 13. У самій верхній частині розташована зона сушіння палива теплом газів і випарів, що піднімаються 14.

АДХМ містить у собі генераторний вузол 16, закритий теплоізоляційним кожухом 15. У нижній частині генераторного вузла 16 приварено жаровий стакан 17, зв'язаний своєю нижньою частиною з магістраллю генераторного газу 6, а верхньою - з вентиляційним каналом 7. У верхній частині АДХМ розміщений повітряний конденсатор 18, який має зовнішнє оребрення. Конденсатор 18 розташований з невеликим ухилом до горизонталі для стоку рідкого холодильного агента і зв'язаний із трьохпотічним випарником 19. Інші два канали випарника 19, зв'язують його з ресивером рідкого робочого тіла 23 і верхньою частиною абсорбера 22, відповідно канали 20 і 21. Нижня частина ресивера 23 через рідинний теплообмінник типу "труба в трубі" 24 сполучена з генератором 16 по каналу міцного розчину (внутрішня труба). Міжтрубний простір рідинного теплообмінника 24 сполучений магістраллю слабкого розчину з верхньої частиною відповідних абсорберу 22. Рівень слабкого розчину на вході в абсорбер $\nabla 2$, а міцного в ресивері 23 - $\nabla 1$.

Повітря, яке подають до газогенератору, спочатку проходить через зону золи і шлаку на колосникових ґратах 10, де підігрівається до 300...500°C, а далі надходить до розпеченого шару палива (окисна зона, чи зона горіння 11), де кисень дуття вступає в реакцію з елементами палива. Температура в зоні 11 складає від 1200 до 1500°C. Продукти згоряння, що утворилися, піднімаються догори по газогенератору 3 і зустрічаються з розпеченим паливом (зона газифікації 12), відновлюються до окису вуглецю і водню. При подальшому русі нагору сильно нагрітих продуктів відновлення (800...1000°C) відбувається термічне розкладання палива (зона розкладання палива 13) і продукти відновлення збагачуються продуктами розкладання (газами, смолами і водяною парою). У результаті розкладання палива спочатку утворюється напівкокс, а потім і кокс, на поверхні яких під час їхнього опусканні униз відбувається відновлення продуктів згоряння (зона 12). При опусканні ще нижче відбувається горіння коксу (зона 11). У верхній частині 14 газогенератора 3 відбувається сушіння палива теплом газів і випарів, що піднімаються.

Генераторний газ з температурою 400...500°C через патрубок 5 і магістраль 6 надходить до зони теплового навантаження 17 АДХМ, а далі - по вентиляційному каналу 7 відводиться до навколишнього середовища.

Працює абсорбційний холодильник з АДХМ таким чином.

Розглянемо приклад роботи АДХМ з традиційним водоаміачним розчином і воднем [Бабакин В.С., Выгодин В.А. Бытовые холодильники и морозильники. (Справочник)./3-е изд., испр. и доп.- Рязань, "Узоречье", 2005. - 860 с.].

При надходженні до зони теплового навантаження потоку гарячого генераторного газу кипить міцний водоаміачний розчин, що знаходиться в нижній частині генераторного вузла 16 на рівні $\nabla 1$.

Після випаровування міцний водоаміачний розчин втрачає аміак і стає слабким розчином. Парові пробки, що утворюються, проштовхують частинки рідкого слабкого розчину у верхню частину генератора 16. У динамічній рівновазі по висоті генератора 16 встановлюється двофазний режим течії. У верхній частині генератора 16 відбувається розділення парової і рідкої частини двофазного потоку. Пари надходять до конденсатору 8, а слабкий розчин через рідинний теплообмінник 24 - до верхньої частини абсорберу 22 на рівень $\nabla 2$.

У рідинному теплообміннику 24 відбувається охолодження потоку слабкого водоаміачного розчину з одночасним підігріванням міцного перед входом до генераторного вузла 16.

У конденсаторі 18 пари аміаку зріджуються з відведенням тепла до навколишнього середовища. Рідкий аміак стікає на вхід випарнику 19. На своєму шляху руху потоки рідкого аміаку взаємодіють у тепловому відношенні з холодними потоками парогазової суміші 20, які поступають у ресивер 23, а також із випарником 19. При такій взаємодії відбувається відведення тепла від рідкого аміаку і на вхід випарнику 19 він поступає в переохоложеному стані.

У випарнику 19 рідкий аміак випаровується в середовище інертного газу - водню при низькому парціальному тиску і, відповідно, при низькій температурі. Випаровування відбувається в процесі гравітаційного стікання потоків рідкого аміаку у випарнику 19. Насичена парами аміаку холодна парогазова суміш має більшу густину, ніж суміш, що знаходиться в ресивері 23 і абсорберах 14. У результаті цього густіша суміш опускається до нижньої частини абсорберу 22 і ресиверу 23, а її місце у випарнику займає ненасичена парами аміаку суміш. Таким чином організовується циркуляційний контур між випарником 19 і абсорбером 22.

Очищення парогазової суміші від парів аміаку здійснюється в процесі абсорбції при гравітаційному стіканні переохолодженого слабкого водоаміачного розчину з верхньої частини абсорберів 22 у ресивер 23 (з рівня $\nabla 2$ - на рівень $\nabla 1$). Абсорбція відбувається в режимі протитечійного стікання потоків слабкого розчину і парогазової суміші. Теплота абсорбції відводиться до навколишнього середовища. Внаслідок проведення процесу очищення у верхній частині абсорберу 22 тече висхідний потік очищеної від парів аміаку парогазової суміші, а з нижньої частини абсорберу 22 у ресивер 23 стікає міцний водоаміачний розчин.

З нижньої частини ресивера 23 міцний водоаміачний розчин через рідинний теплообмінник 24 поступає на вхід генератора 16. Потім цикл повторюється.

Техніко-економічний ефект від використання конструкції АДХМ, яка пропонується, полягає в тому, що на базі вузлів, які серійно випускаються на Васильківському заводі холодильників (Україна, Київська область), можна виготовити новий абсорбційний холодильник, що буде працювати з генераторним газом як джерелом теплового навантаження. Це особливо важливо для жителів районів з неякісною подачею електроенергії або в районах з відсутністю електрики.

Максимальний економічний ефект буде досяг-

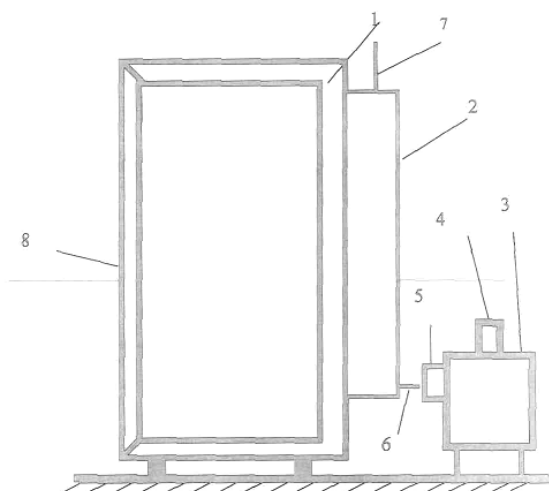
нутий при використанні в якості холодильних камер наявних господарських будівель (підвалів, льохів, сараїв, комор і т. ін.) після відповідної теплогідроізоляції огорожень. Найбільш перспективними можуть стати підземні спорудження (льохи, підвали), що характеризують мінімумом теплопритоків у теплий час року і високою тепловою інерційністю [Деклараційний патент на винахід №59825А України, МКИ F25 В 13/00; Холодильна камера// О.С. Тітлов, О.Б. Василів, М.Д. Захаров, Р.М. Проць (Україна).-№20021210411; Заявл. 23.12.2002; Опубл. 15.09.2003, Бюл. №9]. Найбільш економічно ефективним у такій конструкції є варіант із центральним газогенераторним пристроєм, з наступною роздачею генераторного газу по спеціальних теплоізованих магістралях.

Абсорбційний холодильник з газогенератором може бути використаний і як транспортний холодильник, що особливо актуально для сільської місцевості, наприклад для первинної холодильної обробки фруктів (полуниці, винограду і т.д.) безпосередньо в місцях збору.

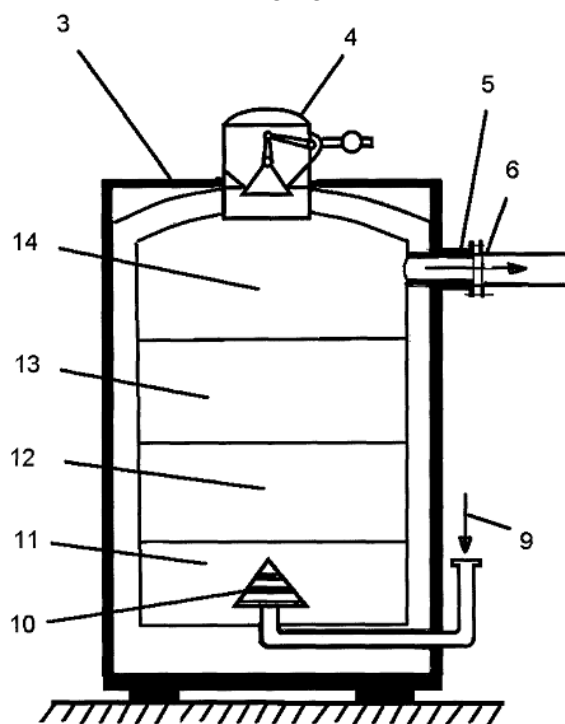
Одне з практичних застосувань розробок абсорбційного холодильника з газогенератором зв'я-

зано зі ставковим і річковим рибицтвом. Великою проблемою в рибницьких господарствах є збереження великих порід риб (білого амура, коропа, товстолобика) перед спуском ставків на зиму. Пересувні платформи або причепи можуть бути обладнані абсорбційними холодильниками з газогенераторними пристроями і вирішувати задачу первинної холодильної обробки безпосередньо в місцях лову з наступною доставкою охолодженої продукції в місця стаціонарного збереження [Деклараційний патент №56791А України, МКИ F25 В1/00, F25 В15/10; Транспортна холодильна установка// О.С.Тітлов, О.Б.Василів, М.І. Бабков, Г.С. Паламарчук (Україна). -№2002097485; Заявл. 17.09.2002; Опубл. 15.05.2003, Бюл. №5]. Слід зазначити і досвід практичного використання в СРСР у 1930-1940 роках газогенераторних установок у якості основного і допоміжного джерела палива двигунів легкових і вантажних автомобілів.

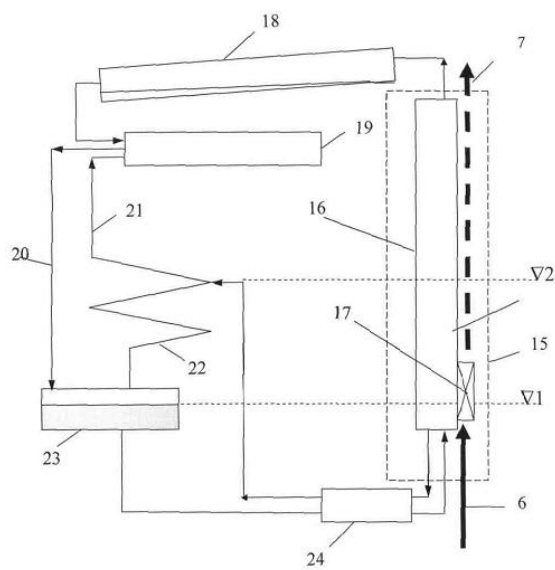
Усі вищевказані заходи дозволять вирішити задачу корисної моделі - розширити область застосування холодильних апаратів абсорбційного типу.



Фіг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3